



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 198 19 054 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 09 J 5/00**  
F 16 B 11/00  
// B25J 9/10

②1 Aktenzeichen: 198 19 054.9  
②2 Anmeldetag: 29. 4. 98  
④3 Offenlegungstag: 11. 11. 99

DE 198 19 054 A 1

⑦1 Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦2 Erfinder:

Schwaab, Gerhard, Dipl.-Ing., 70563 Stuttgart, DE;  
Grimme, Ralf, Dipl.-Ing., 74385 Pleidelsheim, DE;  
Lawrenz, Wolfgang, Dipl.-Phys., 70563 Stuttgart, DE

⑤8 Entgegenhaltungen:

DE 37 39 333 C3  
EP 04 49 619 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Montage und Justierung von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufsetzen mittels einer Greifervorrichtung und Befestigen von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage, wobei zwischen den auf der Befestigungsunterlage direkt mit Kontakt aufliegenden Flächenteilen der Bauteile und der Befestigungsunterlage jeweils Kleber aufgebracht ist. Die Montage und Justierung der Bauteile in Sollposition auf der Befestigungsunterlage erfolgt in einem ersten Abschnitt mittels einer Grobpositionierung durch eine Greifervorrichtung und im zweiten Abschnitt mittels einer Feinpositionierung. Die Feinpositionierung bezüglich der richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder der örtlichen Justierung der zu befestigenden Bauteile auf der Befestigungsunterlage in einer vorgesehenen Sollposition wird mit Hilfe von durch die Schrumpfungsprozesse der verwendeten Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile ausgeführt. Die lageverändernden Schrumpfungsprozesse des Klebers für die Bauteile werden durch ein oder mehrere in ihrer Ausdehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang der Bauteile kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder gesamte Außenumfang ausgebildete und örtlich begrenzte Teilanhärtungsvorgänge zwischen den Bauteilen und der Befestigungsunterlage an definiert und ausgewählt aufgetragten Klebestellen ausgelöst. Die Montage und Justierung der Bauteile in Sollposition auf der Befestigungsunterlage kann dabei auf Befestigungsunterlagen erfolgen, die mit als ...

DE 198 19 054 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufsetzen mittels einer Greifervorrichtung und Befestigung von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage mittels Kleber mit den Merkmalen der in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 15 beschriebenen Gattungen.

Verfahren und Vorrichtungen zum Kleben von Bauteilen auf Befestigungsunterlagen mittels einer Kleberschicht sind an sich bekannt. In dem Fertigungsbereichen der Mikrosystemtechnik, der Mikroelektronik, der Feinwerktechnik und der Aufbau- und Verbindungstechnik von Bauteilen ist eine sehr hohe Genauigkeit bezüglich der Positionierung und des Aufsetzens der Bauteile auf der Befestigungsunterlage erforderlich. Der Kleber wird beispielsweise als Flüssigkeit oder Paste mit oder ohne Füllstoffe auf die Befestigungsunterlage und/oder auf die Kontaktfläche der Bauteile mit der Befestigungsunterlage aufgebracht. Um eine Verfestigung des Klebers zu erreichen, wird eine Aushärtung des Klebers durchgeführt, die beispielsweise durch Lösungsmittelverlust und/oder chemische Reaktion des Klebers eine Strukturumwandlung erreicht, die dann zur Verfestigung des Klebers zwischen Bauteil und Befestigungsunterlage führt. Dieses bekannte Aushärten kann durch die Wahl geeigneter Prozeßparameter und Umgebungsbedingungen gefördert werden. Dazu gehört eine erhöhte Temperatur und/oder beispielsweise eine Durchleuchtung mit ultraviolett Licht. In der Mikrosystemtechnik und der Mikroelektronik werden häufig Kleber angewandt, die mit Ultraviolett-Licht ausgehärtet werden können, indem die Auslösung der Aushärtung durch Bestrahlen mit einer Quecksilberdampflampe ausgelöst wird.

Das Aufsetzen der Bauteile auf die beispielsweise mit Spender-, Siebdruck- oder Stempeltechnik auf der Befestigungsunterlage aufgetragene Kleberschicht erfolgt mittels einer Greifvorrichtung, die die zu befestigenden Bauteile in ihrer Sollposition auf der Befestigungsunterlage absetzen und in den Kleber drücken. Die verwendeten Kleber haben jedoch die Eigenschaft, daß sie beim Aushärten zur Verfestigung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage schrumpfen. Deshalb werden die Bauteile beim Aushärten des Klebers zwischen den Bauteilen und der Befestigungsunterlage durch den aushärtenden Kleber auf der Befestigungsunterlage aus ihrer Sollposition verschoben. Eine Veränderung der vorgesehenen Sollposition der Bauteile auf der Befestigungsunterlage wie auch die Verschiebung der Sollposition der Bauteile zueinander wird nach dem Stand der Technik durch das weitere Halten der Bauteile nach dem Aufsetzen auf der Befestigungsunterlage mittels des Greifers der Greifvorrichtung dadurch verhindert, daß die Bauteile durch den Greifer gehalten werden während es zu einer vorläufigen Aushärtungsphase durch die Bestrahlung mit ultraviolett Licht zu einer vorläufigen Aushärtung des Klebers zwischen Bauteil und Befestigungsunterlage kommt, bis der Aushärtungsprozeß des Klebers soweit fortgeschritten ist, daß es zu keiner Verschiebung der Bauteile mehr kommt. Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode des Haltens während der vorläufigen Aushärtungszeit durch den Greifer der Greifvorrichtung nach dem Stand der Technik ist, daß die Greifvorrichtung für eine hochgenaue Positionierung von Bauteilen, beispielsweise in der Mikrosystemtechnik, Mikroelektronik und Feinwerktechnik entsprechend hochpräzise Greifervorrichtungen sowohl für das Aufsetzen der Bauteile in der Sollposition auf der Befestigungsunterlage wie auch eine entsprechende Präzision für die erforderliche Haltezeit während der vorläufigen Aushärtungsphase erfordert. Dadurch sind die Greifervorrichtungen infolge des hohen Investitionskostenaufwandes sehr teuer, es läßt sich

aber auch nur eine sehr niedrige Produktivität wegen der nach dem Absetzen der Bauteile auf der Befestigungsunterlage erforderlichen Haltezeit in der vorläufigen Aushärtungsphase erzielen. Die für die Bereiche Mikrosystemtechnik, Mikroelektronik, Feinwerktechnik und entsprechende Verbindungstechniken erforderliche sehr hohe Genauigkeit bei der Positionierung der Bauteile in ihrer Sollposition bezüglich der Befestigungsunterlage und auch bezüglich der Lage der Bauteile zueinander läßt sich während der vorläufigen Aushärtungsphase aufgrund der Schrumpfungsprozesse der Kleber in der Massenfertigung nur mit erheblichem technischen und finanziellen Aufwand sowie durch das Halten der Bauteile während der vorläufigen Aushärtungsphase bedingt auch nur mit großem Zeitaufwand erzielen.

Aus der DE-OS 40 24 888 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Klebeverbindungen durch Auftragen des Klebstoffs auf die Klebefläche, Zusammenfügen und Fixieren der Fügeteile und Verfestigen des Klebstoffs vorbekannt. Dieses Verfahren nach der DE-OS 40 24 888 A1 arbeitet ohne Greifvorrichtung, statt dessen wird eine Schrumpffolie verwendet. Diese Schrumpffolien bestehen aus thermoplastischem Kunststoff, beispielsweise Polyäthylen und Polyvinylchlorid, die die Eigenschaft besitzen, daß sie bei einer späteren Wärmeeinwirkung schrumpfen. Die Schrumpfeigenschaft erhält die Folie dadurch, daß sie bei erhöhter Temperatur mono- oder biaxial gereckt und unter Spannung abgekühlt wurde. Die Schrumpffolien werden bei dem Gegenstand der DE-OS 40 24 888 A1 derart zum Fixieren der Fügeteile verwendet, daß zum Festhalten der zu klebenden Körper mit mehr oder weniger Druck während des Abbindens oder Härtens des Klebstoffs gearbeitet wird. Dazu werden die mit Klebstoff versehenen Fügeteile mit der Schrumpffolie umwickelt und ihre Enden befestigt, zum Beispiel durch Schweißen, Verkleben, Heften oder Fixieren mit einem Klebestreifen. Die Schrumpffolie wird dann erwärmt, so daß sie schrumpft und die Fügeteile fest umschließt. Dabei kann für den Erwärmungsvorgang zum Beispiel erwärmte Luft, Wasserdampf oder Wasser verwendet werden. Die Fügeteile werden nach dem Schrumpfen der Schrumpffolie in allen Richtungen sicher und fest zusammengehalten und zwar auch dann, wenn es sich um runde oder kompliziert geformte Gegenstände handelt. Der Druck der Schrumpffolie kann durch mehrmaliges Umwickeln der Schrumpffolie gesteigert werden. Aufgrund der Transparenz der Schrumpffolien kann die Lage der Fügeteile zueinander kontrolliert werden. Nach der Beendigung des Aushärtungsprozesses des Klebers kann die Folie über den Fügeteilen aufgeschnitten und entfernt werden. Die Verwendung des Verfahrens nach der DE-OS 40 24 888 A1 zum Fixieren der Fügeteile mittels Schrumpffolien während des Klebevorgangs und während der Aushärtungsdauer des Klebers hat den Nachteil, daß eine exakte Fixierung von Bauteilen sowohl auf der Befestigungsunterlage wie auch der Bauteile zueinander mittels der Schrumpffolie nur unzureichend durchgeführt werden kann. Für die präzise Aufsetztechnik in den Bereichen der Mikrosystemtechnik, Mikroelektronik und Feinwerktechnik ist das Verfahren aufgrund seiner Positionierungsgenauigkeit bei der Montage und Justierung insbesondere auch in der Massenfertigung ungeeignet.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein einfaches, preiswertes und für die Massenfertigung geeignetes Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Montage und Justierung von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage zu schaffen, die insbesondere eine geringe Positionierungsgenauigkeit bezüglich des örtlichen und richtungsmäßigen Aufsetzens der Bauteile auf der Befestigungsunterlage für die Positioniergeräte ermöglicht und dennoch eine hochgenaue Positionierung und damit maßgenaue Montage

der Bauteile in ihrer Sollposition auf der Befestigungsunterlage zuläßt, die ferner Haltezeiten mit Hilfe von Greifervorrichtungen für die Bauelemente während der Zeitdauer der vorläufigen Aushärtung des Klebers auf der Befestigungsunterlage vermeidet, das erhebliche Kostenersparnisse bei der Positionierung der Bauteile durch die Greifervorrichtung und während der Zeitdauer der vorläufigen Aushärtung des Klebers zur Positionierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage ermöglicht.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, daß bei dem Verfahren und der Vorrichtung zum Aufsetzen und Befestigen von Bauteilen auf der Befestigungsunterlage die Montage und Justierung der Bauteile in Sollposition auf der Befestigungsunterlage in zwei Abschnitte aufgeteilt wird, und zwar in einen ersten Abschnitt einer Grobpositionierung der Bauteile in Sollposition auf der Befestigungsunterlage und in einem zweitem Abschnitt einer Feinpositionierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage. Durch diese Aufteilung der Montage und Justierung der Bauteile in eine Grobpositionierung und eine Feinpositionierung wird es möglich, für die Grobpositionierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage eine geringere Positionierungsgenauigkeit bezüglich des örtlichen und richtungsmäßigen Aufsetzens der Bauteile auf der Befestigungsunterlage für die Greifervorrichtung beziehungsweise das Positioniergerät zu wählen und dadurch erhebliche Investitionskosten bezüglich des für die hochpräzise Einhaltung der Sollposition zu treibenden Aufwands zu vermeiden.

Die maßgenaue Montage und Justierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage in Sollposition wird gemäß der Erfindung mit einer Feinpositionierung der Bauteile in Sollposition erreicht, die ohne eine Greifervorrichtung in der Phase der Teilanhärtung arbeitet, weshalb es auch nicht erforderlich ist für die Grobpositionierung der Bauteile in Sollposition eine Greifervorrichtung zu verwenden, die die hochgenaue Positionierung in Sollposition ermöglichen würde. Die Feinpositionierung bezüglich der richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder der örtlichen Justierung der zu befestigenden Bauteile auf der Befestigungsunterlage in einer vorgegebenen Sollposition wird erfindungsgemäß mit Hilfe von durch die Schrumpfungsprozesse der verwendeten Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile während der Teilanhärtungsphase ausgeführt. Das heißt konkret, daß zum Erreichen der Sollpositionen bei der Feinpositionierung der Bauteile in gezielter und definierter Weise die Schrumpfungsprozesse der verwendeten Kleber während der Teilanhärtung eingesetzt werden, um eine Lageveränderung, nämlich die Feinjustierung in Richtung Sollposition der zu befestigenden Bauteile, durchzuführen. Dies geschieht dadurch, daß die lageverändernden Schrumpfungsprozesse des Klebers für die zu befestigenden Bauteile durch ein oder mehrere in ihrer Ausdehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang der Bauteile kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder der gesamte Außenumfang ausgebildete und örtlich begrenzte Teilanhärtungsvorgänge an zwischen den Bauteilen und der Befestigungsunterlage ausgewählt und definiert aufgetragenen Klebestellen ausgelöst werden. Zu diesem Zweck werden also ausgewählte und definiert angebrachte Klebestellen an den zu befestigenden Bauteilen angebracht und durch Einleitung von Teilanhärtungsphasen an diesen ausgewählten Klebestellen durch Schrumpfen des Klebers während der Teilanhärtung eine Lageveränderung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage zum Erreichen der vorgesehenen Sollposition durchgeführt. Dies wiederum bedeutet, daß während der Dauer der Teilanhärtung der Bauteile die solange dauert bis die Bauteile durch ihr Eigengewicht oder angreifende Fliehkräfte sich nicht mehr aus der Sollposition

verschieben können, kein Halten der auf der Befestigungsunterlage zu befestigenden Bauteile mittels einer Greifervorrichtung mehr erforderlich ist. Dieses spart zusätzliche Haltevorrichtungen beziehungsweise Greifereinrichtungen und ermöglicht auch durch das Fehlen eines Halters während der Dauer der Teilanhärtung eine zügige Montage und Fixierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage in einer Massenfertigung. Nachdem alle zu befestigenden Bauteile einer Teilanhärtung unterzogen sind, erfolgt dann wie bei dem Stand der Technik noch eine Endaushärtung des Gesamtkomplexes aus Bauteilen und Befestigungsunterlage in einer entsprechenden Einrichtung.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die entsprechende Vorrichtung zum Aufsetzen und Befestigen von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage in Sollposition kann auf verschiedene Arten vorteilhaft ausgeführt werden. Die eine Art besteht darin, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung in Sollposition der zu befestigenden Bauteile ein oder mehrere auf der Befestigungsunterlage starr angebrachte Justierungsflächen für die Bauelemente ausgebildet sind. Diese Justierungsflächen dienen dann als Anschlagflächen für die Bauteile. Die Justierung beziehungsweise die Feinpositionierung erfolgt dadurch, daß zumindest zwischen einem Teil der Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen der Befestigungsunterlage und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der zu befestigenden Bauteile jeweils örtlich begrenzte Klebstoffmengen zur Ausbildung von Klebestellen für die Schaffung definierter Justierungspositionen durch die Teilanhärtungsvorgänge für das zu befestigende Bauteil eingebracht werden. Die als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen für die Bauteile auf der Befestigungsunterlage können dabei beispielsweise als Anschläge, als Laschen, als Anschlagpfosten, als Anschlagfläche in Winkel- oder in Kreisform, als Nut, als wulstartige Erhebung und dergleichen ausgebildet sein. Zwischen einer derartigen Justierungsfläche und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der zu befestigenden Bauteile wird jeweils eine Klebestelle durch Einbringen einer Klebstoffmenge geschaffen und dann gezielt durch einen Teilanhärtungsvorgang das Bauteil an die als Anschlagfläche ausgebildete Justierungsfläche herangezogen und so eine exakte Maßhaltigkeit der Sollposition des Bauteils auf der Befestigungsunterlage im Abschnitt der Feinpositionierung erzielt.

Die zweite Art der Ausführung des erfindungsgemäßen Aufsetzens und Befestigens von Bauteilen in ihrer Sollposition im Abschnitt der Feinpositionierung auf der Befestigungsunterlage kann dadurch erfolgen, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition der zu befestigenden Bauteile zwischen den zu der Befestigungsunterlage nicht parallel ausgebildeten Seitenflächen dieser Bauteile und der Befestigungsunterlage ein oder mehrere räumlich versetzte und punktbeziehungsweise tropfenartig ausgebildete mit örtlich begrenzter Fläche aufgebrachte Klebstoffmengen als Klebestellen angeordnet sind. Dies bedeutet, daß beispielsweise an zwei nicht parallel zueinander liegenden Seiten oder an einer Seite und an den beiden Ecken der zu dieser Seite parallel liegenden Seite jeweils je eine punktbeziehungsweise tropfenartig ausgebildete mit örtlich begrenzter Fläche aufgebrachte Klebstoffmenge in Form von Tropfen als Klebestellen an dem zu befestigenden Bauteil angebracht werden. Eine Lageveränderung der zu befestigenden Bauteile zum Erreichen der Sollposition auf der Befestigungsunterlage wird wiederum durch Schrumpfungsprozesse hervorgerufen, die durch die Auslösung von Teilanhärtungsvorgängen an den ausgewählten Klebestellen des zu befestigenden Bauteils das Bauteil in die Sollposition ziehen. Bei der vorstehend

geschilderten zweiten Art des Aufsetzens und Befestigens der Bauteile in Sollposition während der Feinpositionierung auf der Befestigungsunterlage werden also keine als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen mehr benötigt, sondern es erfolgt die Lageveränderung zum Erreichen der Sollposition des Bauteils während der Feinpositionierung allein durch die Schrumpfung von Klebstoffmengen an Klebestellen während der Teilanhärtungsvorgänge für das betreffende Bauteil auf der Befestigungsunterlage.

Die Feinpositionierung der zu befestigenden Bauteile auf der Befestigungsunterlage wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der dazugehörigen Vorrichtung besonders genau dadurch gesteuert, daß die Teilanhärtungsvorgänge zwischen den Justierungs- beziehungsweise Anschlagflächen der Befestigungsunterlage und dem als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile an ein oder mehreren Klebestellen zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer der Teilanhärtungsvorgänge unterteilt werden. Bei der Feinpositionierung ohne als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen erfolgt die Feinsteuerung des Erreichens der Sollposition der Bauteile dadurch, daß die Teilanhärtungsvorgänge zwischen den zu der Befestigungsunterlage nicht parallelen Seitenflächen der Bauteile und der Befestigungsunterlage an ein oder mehreren punkt- beziehungsweise tropfenartig ausgebildeten Klebestellen zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer eines Teilanhärtungsvorganges unterteilt werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der entsprechenden Vorrichtung zum Erreichen der Sollposition der Bauteile während des Abschnitts der Feinpositionierung der Bauteile besteht darin, daß die Reihenfolge der Teilanhärtungsvorgänge an ein oder mehreren Klebestellen, die einem zu befestigenden Bauteil zugeordnet sind, derart ausgeführt werden, daß eine Auswahl der auszuführenden ersten und von weiteren folgenden Teilanhärtungsvorgängen nach der vorgesehenen richtungsmäßigen Soll-Orientierung im Raum und/oder der Sollposition in der Ebene getroffen wird. Die Auslösung der Reihenfolge der Teilanhärtungsvorgänge, wobei mit der Auslösung der Anhärtungsvorgänge der Beginn der Härtereaktion der an ausgewählten Klebestellen aufgetragenen Klebstoffmenge bezeichnet ist, wird mit Hilfe von gezielter Bestrahlung mit einem auf die Größe der Klebestelle begrenzten Spotstrahl erreicht. Dieser Spotstrahl kann beispielsweise ein ultraviolettes Licht auf die Klebestelle werfen, es kann auch ein Spotstrahl mit Laserlichtimpuls auf die Klebestellen geworfen werden. Es kann sich dabei um eine Spotbestrahlung der Klebestellen handeln, die kontinuierlich verläuft oder wie bereits geschildert die in verschiedenen Anhärtungsintervallen ausgeführt wird, um die Sollposition der Bauteile auf der Befestigungsunterlage maßgenau zu erreichen.

Zur Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge und zur Regelung der Reihenfolge der Teilanhärtungsvorgänge einerseits für die Auswahl der richtungsverändernden und/oder ortsverändernden Auslösungen und andererseits für die Reihenfolge der zeitversetzten Auslösung der einzelnen Teilanhärtungsvorgänge ist es zweckmäßig, die Ansteuerung der Klebestellen mit einem örtlich begrenzten Spotstrahl mit Hilfe einer Gesamtsteuerung derart auszuführen, daß die Teilanhärtungsvorgänge durch Aushärtung bei denjenigen flächig begrenzt aufgetragenen Klebstoffmengen beginnen, die zwischen den Justierungs- beziehungsweise Anschlagflächen und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile angebracht sind. Wenn die zu befestigenden Bauteile auf einer völlig ebenen Befestigungsunterlage ohne die Ausbildung von Justierungs- beziehungsweise Anschlagflächen nur mittels punkt- beziehungsweise

tropfenartig ausgebildeten Klebstoffmengen in dem Abschnitt der Feinpositionierung in die Sollposition gebracht werden sollen, so ist es vorteilhaft, die Gesamtsteuerung mit einem Bildverarbeitungssystem zur Messung und Überwachung der Istposition der Bauteile zunächst beim Absetzen in dem Abschnitt der Grobpositionierung und anschließend bei der Ausrichtung auf der Befestigungsunterlage in die Sollposition zu versehen. Die Auswahl der Reihenfolge der Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge an ein- oder mehreren Klebestellen pro Baustein erfolgt dann unter Zuhilfenahme des Bildverarbeitungssystems durch die Gesamtsteuerung dadurch, daß die Meßwerte der Istposition der Bauteile mit der gespeicherten Sollposition der Bauteile verglichen wird und daß dann gegebenenfalls eine Korrektur der Lage der Bauteile auf der Befestigungsunterlage durch eine Steuerung der Teilanhärtungsvorgänge in Abhängigkeit von den jeweils erforderlichen richtungsändernden und/oder ortsverändernden Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge, wobei noch je nach den gegebenen und gemessenen Istposition des Bauteils auch die zeitliche Auslösung der ersten und der weiteren folgenden Teilanhärtungsvorgängen oder unter Umständen auch die erforderliche Unterteilung der Dauer des Teilanhärtungsvorganges in Anhärtungsintervalle von dieser Gesamtsteuerung ausgeführt wird.

Mit der in der Beschreibung und in den Figuren nicht näher beschriebenen Gesamtsteuerung, die ebenso wie das Bildverarbeitungssystem nicht näher beschrieben ist, läßt sich auch das Aufbringen von Klebstoffmengen an den Klebestellen zwischen den zu befestigenden Bauteilen und der Befestigungsunterlage und die räumliche Steuerung, zum Beispiel durch gezielt verschwenkbare Spotstrahler, der Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge durchführen.

Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und von Zeichnungen noch näher erläutert.

Es zeigen:

**Fig. 1.** Eine Prinzipdarstellung als Schnitt, die ausschnittsweise ein aufgesetztes zu befestigendes Bauteil auf der Befestigungsunterlage mit als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen,

**Fig. 2.** das aufgesetzte Bauteil nach **Fig. 1** in befestigtem Zustand,

**Fig. 3.** in Ausschnitt und Teildarstellung ein weiteres Beispiel eines zu befestigenden Bauteils auf einer mit als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen ausgestatteten Befestigungsunterlage und

**Fig. 4.** in Ausschnitt und Teildarstellung ein zu befestigendes Bauteil auf einer ohne Justierungsflächen ausgebildeten Befestigungsunterlage.

In den **Fig. 1** und **2** ist ein erstes Beispiel und in den **Fig. 3** und **4** jeweils ein weiteres Beispiel für das Verfahren und die Vorrichtung zum Aufsetzen mittels einer Greifereinrichtung und Befestigen von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage dargestellt. Auf einer im Schnitt dargestellten Befestigungsunterlage **1** sind Justierungsflächen **3** und **4** ausgebildet, die an einer Klebestelle **2** mit einer dort aufgetragenen Klebstoffmenge **5** versehen sind und auf die mittels einer hier nicht dargestellten Greifervorrichtung ein Bauteil **6** aufgesetzt worden ist, das hier als geschnittene Faser dargestellt ist. Die Montage und Justierung des Bauteils **6** erfolgt dabei in Sollposition auf der Befestigungsunterlage **1** beziehungsweise den beiden Justierungsflächen **3** und **4** in einem ersten Abschnitt lediglich in einer Grobpositionierung durch eine Greifervorrichtung, in dem es in die Klebstoffmenge **5** einer Klebestelle **2** eingelegt wird. Die Befestigungsunterlage **1** ist in den **Fig. 1** bis **4** nur prinzipiell dargestellt und jeweils immer nur in einem Teilausschnitt. Die Befestigungsunterlage kann beispielsweise als ebene Fläche, als Teil einer Vorrichtung, als Substrat oder Platine einer Schaltung und

dergleichen ausgebildet sein. Die Bauteile 6 können als Einzelbauteile wie beispielsweise hier als Faser zur Leitung von Informationen, als Teile einer Schaltung, ferner als Bauteilgruppen in der mehrere Einzelbauteile zu einer Untergruppe bzw. zu einem Untersystem zusammengefaßt sind, ausgebildet, außerdem können die Bauteile diverse Einzelkomponenten unterschiedlichster Art enthalten. Die Einzelteile beziehungsweise Bauteilgruppen sowie andere Komponenten werden alle zusammen auf der Befestigungsunterlage 1 aufgebracht und bilden dann einen Gesamtkomplex, beispielsweise in Form einer elektrischen Schaltung. Die Justierungsflächen 2 und 4 nach den Fig. 1 und 2 sind hier als Wandflächen ausgeführt, die derart angeordnet sind, daß sie zusammen eine V-förmige Vertiefung in der Befestigungsunterlage 1 bilden. Die Justierungsflächen können jedoch auch als Anschlagflächen ausgebildet sein, die durch Anschlagpfosten, durch Laschen, durch Nuten, durch wulstartige Erhebungen gebildet werden, und die Anschlagflächen können auch in einer Winkelform oder in einer Kreisform ausgeführt sein. Ferner können die Anschlagflächen jede andere geeignete Form aufweisen, die sich als Justierungsfläche für die Montage und Justierung von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage eignet.

Zur Montage und Justierung von Bauteilen, beispielsweise in der Feinwerktechnik, Mikrosystemtechnik, Mikroelektronik, und der Aufbau- und Verbindungstechnik für Bauteile in diesen Bereichen ist es erforderlich, eine hochpräzise Positionierung dieser Bauteile vorzunehmen. Bei dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß der Erfindung ist es jedoch ausreichend, das Aufsetzen des Bauteils 6, das hier als Faser ausgebildet ist, nur grob positioniert in die Klebstoffmenge 5 an der Klebestelle 2 einzulegen. Dazu ist lediglich eine hier nicht dargestellte Greifervorrichtung erforderlich, die nicht die Genauigkeit aufweisen muß, die für die Einhaltung der vorgeschriebenen Sollposition des Bauteils 6 erforderlich wäre, dadurch lassen sich hohe Investitionskosten bezüglich der Präzision und Wiederholungsge nauigkeit bei der Positionierung durch die Greifervorrichtung einsparen, die beispielsweise als Manipulator ausgebildet sein kann. Nachdem der erste Abschnitt, die Grobpositionierung des Bauteils 6, auf der Befestigungsunterlage 1 erfolgt ist, folgt nun die Feinpositionierung bezüglich der richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder der örtlichen Justierung des zu befestigenden Bauteils 6 auf der Befestigungsunterlage 1 zur Erreichung der vorgeschriebenen Sollposition bei der Montage auf der Befestigungsunterlage 1. Die Sollpositionierung der aufgesetzten Bauteile 6 auf der Befestigungsunterlage 1 erfolgt durch Einbeziehung der Schrumpfung des Klebers, der zur Befestigung der Bauteile 6 auf der Befestigungsunterlage 1 verwendet wird. Diese Kleber haben die Eigenschaft, daß sie bei dem Aushärtungsprozeß entweder durch Lösungsmittelverlust und/oder durch chemische Reaktionen eine Strukturumwandlung durchmachen, die dann zur Härtung und Verfestigung des Klebers führt. Das Aushärten der verwendeten Kleber und der dadurch ausgelöste Schrumpfungsprozeß des Klebers führt zu einer Lageveränderung der Bauteile die mittels des Klebers auf der Befestigungsunterlage fixiert werden sollen. Nach dem Stand der Technik wurde dies durch Halten der Bauteile während einer vorläufigen Aushärtungsphase zur lagemäßigen Fixierung mittels des Greifers der Greifervorrichtung verhindert. Die vorliegende Erfindung benützt keinen Greifer zum Halten der Bauteile zur Verhinderung der Lageveränderungen während des vorläufigen Aushärtens beim Schrumpfen des Klebers. Die Feinpositionierung der Bauteile 6 auf der Befestigungsunterlage 1 erfolgt derart, daß die lageverändernden Schrumpfungsprozesse des Klebers für die Bauteile 6 durch ein oder mehrere in ihrer Aus-

dehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang der Bauteile 6 kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder der gesamte Außenumfang ausgebildete und örtlich begrenzte Teilanhärtungsvorgänge an zwischen den Bauteilen 6 und der Befestigungsunterlage 1 definiert und ausgewählt aufgetragenen Klebestellen ausgelöst werden. Das bedeutet, wie in Fig. 2 in Vergleich zu Fig. 1 ersichtlich ist, daß die Klebstoffmenge 5 an der Klebestelle 2 einem Teilanhärtungsvorgang ausgesetzt wird. Dies geschieht dadurch, daß eine Auslösung der Teilanhärtung an der Klebestelle 2 durch gezielte Bestrahlung mit einem auf die Größe der Klebestelle 2 begrenzten Spotstrahl beispielsweise mit Ultraviolett-Lichtimpulsen oder mit Laserlichtimpulsen erfolgt. Durch die Auslösung des Härteprozesses mittels des örtlich begrenzten Spotstrahls an der ebenfalls örtlich begrenzten Klebestelle 2 beginnt der Aushärtungsprozeß in diesem kleinen örtlichen Bereich der Klebestelle zwischen dem zu befestigenden Bauteil 6 und der Befestigungsunterlage 1, dadurch beginnt auch der Schrumpfungsprozeß des Klebers, der nun das Bauteil 6 an die Justierungsfläche 3 fest heranzieht wenn der Lichtstrahl lediglich auf die Fläche 3 gerichtet ist oder auch an die Justierungsfläche 4 heranzieht, wenn der Lichtstrahl entsprechend auf die Justierungsfläche 4 ausgerichtet ist. Der begrenzte Spotstrahl kann auch so gerichtet sein, daß ein gleichzeitiges Schrumpfen beziehungsweise Anziehen des Klebers gleichmäßig in Richtung der Justierungsflächen 3 und 4 erfolgt, so daß das hier als Faser ausgebildete Bauteil 6 auf den Grund der Nut gezogen wird, die die Justierungsflächen 3 und 4 in der Befestigungsunterlage 1 bilden, wie dies aus der Fig. 2 ersichtlich ist, in dem die Teilanhärtung nach Abschluß der Dauer des Teilanhärtungsvorganges abgeschlossen ist und deshalb das als Faser ausgeführte Bauteil 6 sowohl an der Justierungsfläche 3 wie auch an der Justierungsfläche 4 eng angepreßt anliegt. Da die Justierungsflächen 3 und 4 als Anschlagflächen genau die Sollposition für das zu montierende Bauteil 6 darstellen, ist nunmehr das Bauteil 6 exakt in der vorgesehenen Sollposition montiert und justiert. Durch das definierte und gezielte Anordnen der Klebestellen 2 zwischen den Justierungsflächen und der Befestigungsunterlage 1 und der Auslösung von Teilanhärtungsvorgängen nur an diesen örtlich begrenzten Klebestellen 2 läßt sich also eine Verschiebung beziehungsweise eine Lageänderung des auf der Befestigungsunterlage 1 zu befestigenden Bauteils 6 erreichen, um dieses Bauteil hochgenau an der vorgesehenen Sollposition auf der Befestigungsunterlage zu justieren und zu befestigen.

Fig. 3 zeigt in Ausschnitt- und Teildarstellung ein weiteres Bauteil 11 auf einer mit als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen ausgestatteten Befestigungsunterlage 1. Die Justierungsflächen 7 und 8 für das Bauteil 11 sind Teil der Anschlagpfosten 9 und 10, wobei die Anschlagpfosten starr mit der Befestigungsunterlage 1 verbunden sind. Zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition des zu befestigenden Bauteils 11 sind die Justierungsflächen 7 und 8 zumindest zwischen einem Teil der Justierungsflächen 7 und 8 und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche des zu befestigenden Bauteils 11 jeweils mit örtlich begrenzte Klebstoffmengen zur Ausbildung von Klebestellen für die Schaffung definierter Justierungspositionen durch die Teilanhärtungsvorgänge für das zu befestigende Bauteil versehen. Es werden also zwischen den Justierungsflächen 7 und 8 den Anschlagpfosten 9 und 10 und den jeweils als Anschlag zu den Justierungsflächen dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile Klebstoffmengen für eine Klebestelle aufgebracht und anschließend wird mit Hilfe der gezielten Bestrahlung mit einer auf die Größe der Klebestelle be-

grenzten Spotbestrahlung mittels ultravioletem Lichtimpulsen oder mit Laserimpulsen die Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge an diesen Klebestellen erzeugt. Es beginnt dann an der jeweils bestrahlten Klebestelle der dort aufgetragenen Klebstoffmenge der Teilaushärtungsvorgang dieser örtlich begrenzten Klebstoffmenge und damit der Schrumpfungsprozeß des Klebers, so daß das Bauteil 11 an der mit dem Spotlicht bestrahlten Klebestelle zu der dieser Klebestelle zugeordneten Justierungsfläche hingezogen wird. Durch den eingeleiteten Schrumpfungsprozeß wird wiederum die Feinpositionierung des Bauteils 11 bis zum Erreichen der Sollposition durch Ansteuern der dafür speziell für dieses Bauteil vorgesehenen Klebestellen ermöglicht. Das Bauteil 11 gleitet dabei auf einem Kleberfilm, der zwischen der Befestigungsunterlage 1 und dem direkt mit Kontakt aufliegenden Flächenteil des Bauteils 11 auf der Befestigungsunterlage vor dem Aufsetzen des Bauteils 11 auf die Befestigungsunterlage 1 aufgebracht worden ist.

Die Teilanhärtungsvorgänge zwischen den dem zu befestigenden Bauteil jeweils örtlich begrenzt zugeordneten Klebstoffmengen an den Klebestellen und damit das Schrumpfen und schließlich die Verfestigung des Klebstoffs nach Abschluß der Dauer des Teilanhärtungsvorganges erfolgt nur an den speziell zusätzlich vorgesehenen Klebestellen zwischen den Justierungsflächen als Teil der Befestigungsunterlage und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche des zu befestigenden Bauteils 11. Die Endaushärtung des Kleberfilms der Befestigungsunterlage 1 und den direkt in Kontakt aufliegenden Flächenteilen des Bauteils 11 folgt erst in einer Endaushärtung, die dann vorgenommen wird, wenn auf der Befestigungsunterlage alle dort vorgesehenen Bauteile aufgesetzt, montiert und justiert sind. Die Endaushärtung kann beispielsweise in einem Härteofen durchgeführt werden. Durch die geschilderten Anhärtungsvorgänge an definierten und ausgewählten zusätzlichen Klebestellen zwischen dem Bauteil 11 und der Befestigungsunterlage 1 wird also nur eine punktuelle Teilaushärtung an diesen Klebestellen und damit eine Fixierung der Bauteile erreicht, wodurch im Gegensatz zum Stand der Technik nicht der gesamte direkt mit Kontakt aufliegende Flächenteil der Bauteile auf der Befestigungsunterlage 1 einer Teilanhärtung unterworfen wird und auch nicht der jeweils am gesamten Umfang der Bauteile 11 auftretende oder aufgetragene Kleberfilm zu der Befestigungsunterlage 1 einer Teilanhärtung unterzogen wird. Würde man den am gesamten Umfang der Kontaktfläche mit der Befestigungsunterlage aufgetragenen Kleberfilm gleichzeitig einer Teilanhärtung unterziehen, so würde eine Justierung der Bauteile 11 in ihrer Sollposition nicht mehr durchführbar sein.

Aus Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung für die Montage und die Justierung eines Bauteils 12 in Sollposition auf der Befestigungsunterlage geoffenbart, bei dem ebenfalls in einem ersten Abschnitt eine Grobpositionierung des Bauteils 12 durch eine Greifervorrichtung auf der Befestigungsunterlage vorgenommen wird und anschließend in einem zweiten Abschnitt eine Feinpositionierung des Bauteils 12 ohne eine Greifervorrichtung durchgeführt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Befestigungsunterlage 1 ohne als Anschlagflächen ausgebildete Justierungsflächen ausgeführt. Nach dem Absetzen des Bauteils mittels der Greifervorrichtung, die hier wiederum nicht dargestellt ist, auf der Befestigungsunterlage 1 in der Grobpositionierung erfolgt die Feinpositionierung des Bauteils 12 mit den folgenden Mitteln und Maßnahmen. Zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung in der Sollposition des zu befestigenden Bauteils 12 sind zwischen den zur Befestigungsunterlage nicht parallel ausgebildeten Seitenflächen des Bauteils 12 und der Befestigungsunterlage

1 ein oder mehrere jeweils räumlich gegeneinander versetzte und punkt- beziehungsweise tropfenartig ausgebildete mit örtlich begrenzter Fläche aufgetragene Klebstoffmengen als Klebestellen angeordnet. Aus Fig. 4 ist zu ersehen, daß das Bauteil 12 auf der Befestigungsunterlage wenigstens auf drei Seiten und/oder auch an Ecken des Bauteils jeweils räumlich gegeneinander versetzte und punkt- beziehungsweise tropfenartig ausgebildete Klebstoffmengen als Klebestellen angebracht werden. Eine Feinpositionierung in der vorgegebenen Sollposition des Bauteils 12 erfolgt wiederum durch gezielte Auslösung von Teilanhärtungsvorgängen an den eben geschilderten punkt- beziehungsweise tropfenartigen Klebestellen, die in ihrer Ausdehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang des Bauteils 12 kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder den gesamten Außenumfang ausgebildet sind. Durch diese örtlich begrenzten Teilaushärtungsvorgänge an den tropfenartigen Klebestellen wird wiederum eine Lageveränderung des Bauteils 12 bis in seine Sollposition bewirkt.

Die Klebstoffmengen beziehungsweise Klebestellen 2 bei allen Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 bis 4 können dabei aufgebracht werden, solange die Bauteile 2, 11 und 12 noch nicht aufgesetzt sind, die Klebestellen können auch aufgebracht werden, wenn das Bauteil von der Greifervorrichtung gerade auf die Befestigungsunterlage aufgesetzt ist oder sie können schließlich auch nachträglich nach dem Aufsetzen der Bauteile 2, 11 und 12 auf der Befestigungsunterlage noch aufgebracht werden. Wie bereits erwähnt besitzen die an den Klebestellen bei der Feinpositionierung zur Justierung und Befestigung verwendeten Kleber eine volumenmäßige und definierte Schrumpfrate während der Aushärtungsvorgänge. Je nach Anwendungsfall wird die Schrumpfrate des an allen Klebestellen angebrachten Klebers für alle Bauteile 2, 11 und 12 auf der Befestigungsunterlage gleich gewählt. Es können jedoch Praxiserfordernisse eintreten, bei denen für mehrere Bauteile auf ein und derselben Befestigungsunterlage 1 Kleber mit verschiedenen Eigenschaften gleichzeitig verwendet werden, beispielsweise in dem pro Bauelement Klebstoffmengen an den Klebestellen verwendet werden, die unterschiedlich ausgebildete volumenmäßige Schrumpfraten aufweisen. Auf diese Weise läßt sich zusätzlich zu den nachstehend noch geschilderten Beeinflussungsmöglichkeiten der Lageveränderung der Bauteile durch Schrumpfungsprozesse auch die insgesamt mögliche Lageverschiebung durch Schrumpfen mit unterschiedliche Eigenschaften bei der Schrumpfrate aufweisende Kleber beeinflussen.

Die Größe der Strecke der Lageveränderung oder der Winkel zur Richtungsveränderung der Bauteile 2, 11 und 12 läßt sich bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 3 dadurch beeinflussen, daß die Teilanhärtungsvorgänge zwischen den Justierungs- beziehungsweise Anschlagflächen 7 und 8 der Befestigungsunterlage 1 und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile 11 an ein oder mehreren Klebestellen zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer der Teilanhärtungsvorgänge an jeder Klebestelle unterteilt werden. In vorteilhafter Weise läßt sich dies auch bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 4 für die Bauteile 12 durchführen, indem die Teilanhärtungsvorgänge zwischen den zu der Befestigungsunterlage nicht parallelen Seitenflächen der Bauteile 12 und der Befestigungsunterlage 1 an ein oder mehreren punkt- beziehungsweise tropfenartig ausgebildeten Klebestellen 2 zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer eines Teilanhärtungsvorganges unterteilt werden. Zur genauen Justierung in der Sollposition für die Bauteile 2, 11 und 12 wird die Reihenfolge der Teilanhärtungsvorgänge an ein oder mehreren Klebestellen 2 die

jeweils einem zu befestigenden Bauteil 2, 11 und 12 zugeordnet sind, derart ausgeführt, daß eine Auswahl der ersten auszuführenden und von weiteren folgenden Teilanhärtungsvorgängen nach der vorgesehenen richtungsmäßigen Sollorientierung im Raum und/oder der örtlichen Sollposition in der Ebene getroffen wird. Auf diese Weise lassen sich die jeweiligen Istpositionen der Bauteile beim Aufsetzen durch die Greifervorrichtung im Abschnitt der Grobpositionierung auf der Befestigungsunterlage 1 in Richtung der Sollposition der jeweiligen Bauteile im Abschnitt der Feinpositionierung exakt an denjenigen Klebestellen korrigieren, an denen eine Abweichung in der örtlichen Lage oder der richtungsmäßigen Orientierung von der Sollposition vorliegt.

Bei den Ausführungsbeispielen der Erfindung sowohl gemäß den Fig. 1 und 2 wie auch gemäß der Fig. 3 kann es zweckmäßig sein, für das Verfahren und die Vorrichtung zum Aufsetzen und Befestigen der Bauteile in ihrer Sollposition eine Gesamtsteuerung für die Vorgänge der Montage und Justierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage vorzusehen, bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 4 ist zwingend erforderlich eine Gesamtsteuerung gekoppelt mit einem Bildverarbeitungssystem zu verwenden, wobei das Bildverarbeitungssystem zur Messung und Überwachung der Istposition der Bauteile bei der Grobpositionierung auf der Befestigungsunterlage dient. Das Bildverarbeitungssystem vergleicht die ermittelten Meßwerte der Istposition der Bauteile 2, 11 und 12 mit der gespeicherten Sollposition dieser Bauteile und sorgt dann in Zusammenarbeit mit der Gesamtsteuerung aller Vorgänge bei der Montage, Justierung und Befestigung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage für eine Korrektur der Lage der Bauteile auf der Befestigungsunterlage durch eine Steuerung der Teilanhärtungsvorgänge zur vorgesehenen Feinpositionierung in der Sollposition und zwar einerseits dadurch, daß eine richtungsverändernde und/oder ortsverändernde Auslösung und andererseits eine zeitversetzte Auslösung der einzelnen Teilanhärtungsvorgänge an jedem Bauteil an definiert und örtlich begrenzt aufgetragenen Klebestellen zwischen den Bauteilen und der Befestigungsunterlage ausgeführt werden.

So werden beispielsweise die Teilanhärtungsvorgänge an den Klebestellen 2 zwischen den Bauteilen 11 und der Befestigungsunterlage 1 durch die Gesamtsteuerung derart ausgeführt, daß die Teilanhärtungen durch Auslösung bei denjenigen flächig begrenzt aufgetragenen Klebstoffmengen beziehungsweise Klebstellen beginnen, die zwischen den Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen 7 und 8 und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile 11 eingebracht sind. Das Aufbringen der Klebstoffmengen an den Klebestellen 2 zwischen den zu befestigenden Bauteilen 2, 11 und 12 und der Befestigungsunterlage 1 und ebenso das Auslösen der Teilanhärtungsvorgänge an den Klebestellen 2 durch gezielt verschwenkbare Spotstrahlen kann mittels einer Gesamtsteuerung erfolgen, wobei die Gesamtsteuerung und die Bildverarbeitungsanlage in der Beschreibung und in den Figuren wie erwähnt nicht näher dargestellt sind.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Befestigungsunterlage
- 2 Klebestelle
- 3 Justierungsfläche
- 4 Justierungsfläche
- 5 Klebstoffmenge
- 6 Bauteil
- 7 Justierungsfläche
- 8 Justierungsfläche

- 9 Anschlagpfosten
- 10 Anschlagpfosten
- 11 Bauteil
- 12 Bauteil

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufsetzen mittels einer Greifervorrichtung und Befestigen von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage, wobei zwischen den auf der Befestigungsunterlage direkt mit Kontakt aufliegenden Flächenteilen der Bauteile und der Befestigungsunterlage jeweils Kleber aufgebracht ist und der Kleber die Eigenschaft besitzt beim Aushärten volumenmäßig zu schrumpfen, ferner der Kleber an den Bauteilen nach dem Aufsetzen auf die Befestigungsunterlage zur Fixierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage vorläufig ausgehärtet wird und schließlich eine Einrichtung zum Endaushärten der auf der Befestigungsunterlage aufgesetzten Bauteile vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Montage und Justierung der Bauteile (6, 11, 12) in Sollposition auf der Befestigungsunterlage (1) in einen ersten Abschnitt einer Grobpositionierung durch eine Greifervorrichtung und in einen zweiten Abschnitt einer Feinpositionierung der Bauteile (6, 11, 12) aufgeteilt wird, daß die Feinpositionierung bezüglich der richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder der örtlichen Justierung der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) auf der Befestigungsunterlage (1) in einer vorgesehenen Sollposition mit Hilfe von durch die Schrumpfungsprozesse der verwendeten Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) ausgeführt wird, und daß die lageverändernden Schrumpfungsprozesse des Klebers für die Bauteile (6, 11, 12) durch ein oder mehrere in ihrer Ausdehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang der Bauteile (6, 11, 12) kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder der gesamte Außenumfang ausgebildete und örtlich begrenzte Teilanhärtungsvorgänge an den zwischen den Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) definiert und ausgewählt aufgetragenen Klebestellen (2) ausgelöst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Schrumpfungsprozesse der Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) einerseits durch eine richtungsverändernde und/oder ortsverändernde Auslösung und andererseits durch eine zeitversetzte Auslösung der einzelnen Teilanhärtungsvorgänge an definiert und örtlich begrenzt aufgetragenen Klebestellen (2) zwischen den Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) ausgeführt werden.

3. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition der zu befestigenden Bauteile (6, 11) ein oder mehrere auf der Befestigungsunterlage starr angebrachte Justierungsflächen (3, 4, 7, 8) für die Bauteile (6, 11) ausgebildet sind, die als Anschlagflächen für die Bauteile (6, 11) dienen und daß zumindest zwischen einem Teil der Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen (3, 4, 7, 8) der Befestigungsunterlage (1) und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der zu befestigenden Bauteile (6, 11) jeweils örtlich begrenzte Klebstoffmengen zur Ausbildung von Klebestellen (2) für die Schaffung definierter Justierungspositionen durch die Anhärtungsvorgänge



für das zu befestigende Bauteil (6, 11) eingebracht werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition der zu befestigenden Bauteile (12) zwischen den zu der Befestigungsunterlage (1) nicht parallel ausgerichteten Seitenflächen dieser Bauteile und der Befestigungsunterlage (1) eine oder mehrere jeweils räumlich gegeneinander versetzte und punktbeziehungsweise tropfenartig ausgebildete mit örtlich begrenzter Fläche aufgebrauchte Klebstoffmengen als Klebestellen (2) angeordnet sind.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilaushärtungsvorgänge zwischen den Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen (3, 4, 7, 8) der Befestigungsunterlage (1) und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile (6, 11) an ein oder mehreren Klebestellen zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer eines Teilaushärtungsvorganges unterteilt werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilaushärtungsvorgänge zwischen den zu der Befestigungsunterlage (1) nicht parallelen Seitenflächen der Bauteile (12) und der Befestigungsunterlage (1) an ein oder mehreren punktbeziehungsweise tropfenartig ausgebildeten Klebestellen (2) zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer eines Teilaushärtungsvorganges unterteilt werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolge der Teilaushärtungsvorgänge an ein oder mehreren Klebestellen (2), die einem zu befestigenden Bauteil (6, 11, 12) zugeordnet sind, derart ausgeführt sind, daß eine Auswahl der auszuführenden ersten und von weiteren folgenden Teilaushärtungsvorgängen nach der vorgesehenen richtungsmäßigen Sollorientierung im Raum und/oder der Sollposition in der Ebene getroffen wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslösung der Teilaushärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) durch gezielte Bestrahlung mit einem auf die Größe der Klebestelle (2) begrenzten Spotstrahl aus ultravioletten Lichtimpulsen erfolgt.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslösung der Teilaushärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) durch gezielte Bestrahlung mit einem auf die Größe der Klebestelle (2) begrenzten Spotstrahl aus Laserlichtimpulsen erfolgt.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufbringen der Klebstoffmengen an den Klebestellen (2) zwischen den zu befestigenden Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) und das Auslösen der Teilaushärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) durch gezielte verschwenkbare Spotstrahlen mittels einer Gesamtsteuerung erfolgt.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtsteuerung mit einem Bildverarbeitungssystem zur Messung und Überwachung der Istposition der Bauteile (6, 11, 12) bei der Grobpositionierung auf der Befestigungsunterlage (1) versehen ist und daß die Meßwerte der Istposition der Bauteile (6, 11, 12) mit der gespeicherten Sollposition der Bauteile (6, 11, 12) vergli-

chen wird und daß eine Korrektur der Lage der Bauteile (6, 11, 12) auf der Befestigungsunterlage (1) durch eine Steuerung der lagemäßigen Auswahl und der Dauer der Teilaushärtungsvorgänge durch die Gesamtsteuerung zur vorgegebenen Feinpositionierung in die Sollposition ausgeführt wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1, 2, 3, 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilaushärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) zwischen den Bauteile (6, 11) und der Befestigungsunterlage (1) durch die Gesamtsteuerung derart ausgeführt werden, daß die Teilaushärtungen durch Auslösung an denjenigen flächig begrenzt aufgebrauchten Klebstoffmengen beginnen, die zwischen den Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen (3, 4, 7, 8) und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der Bauteile (6, 11) eingebracht sind.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die volumenmäßige Schrumpfrate des an den Klebestellen (2) aufgebrauchten Klebers für alle Bauteile (6, 11, 12) gleich gewählt wird.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß für mehrere Bauteile (6, 11, 12) auf einer Befestigungsunterlage (1) verschiedene Kleber mit unterschiedlich ausgebildeten volumenmäßigen Schrumpfraten verwendet werden.

15. Vorrichtung zum Aufsetzen mittels einer Greifervorrichtung und Befestigen von Bauteilen auf einer Befestigungsunterlage, wobei zwischen den auf der Befestigungsunterlage direkt mit Kontakt aufliegenden Flächenteilen der Bauteile und der Befestigungsunterlage jeweils Kleber aufgebracht ist und der Kleber beim Aushärten einem volumenmäßigen Schrumpfungsprozeß unterliegt ferner der Kleber an den Bauteilen nach dem Aufsetzen auf die Befestigungsunterlage einer vorläufigen Aushärtung zur Fixierung der Bauteile auf der Befestigungsunterlage unterzogen wird und daß eine Einrichtung zur Endaushärtung der auf die Befestigungsunterlage aufgesetzten Bauteile vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Montage und Justierung der Bauteile (6, 11, 12) in Sollposition an der Befestigungsunterlage (1) in einen ersten Abschnitt einer Grobpositionierung durch eine Greifereinrichtung und in einen zweiten Abschnitt einer Feinpositionierung aufgeteilt wird, daß die Feinpositionierung bezüglich der richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder der örtlichen Justierung der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) auf der Befestigungsunterlage (1) in einer vorgesehenen Sollposition mit Hilfe von durch die Schrumpfungsprozesse der verwendeten Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) ausgeführt wird und daß die lageverändernden Schrumpfungsprozesse des Klebers für die Bauteile (6, 11, 12) durch ein oder mehrere in ihrer Ausdehnung bezogen auf die Außenfläche und/oder den Außenumfang der Bauteile (6, 11, 12) kleiner als die gesamte Außenfläche und/oder der gesamte Außenumfang ausgebildete und örtlich begrenzte Teilaushärtungsvorgänge an zwischen den Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) definiert und ausgewählt aufgebrauchten Klebestellen (2) ausgelöst werden.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Schrumpfungsprozesse der Kleber verursachten Lageveränderungen der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) einerseits durch eine richtungsverändernde und/oder ortsverändernde Aus-



lösung und andererseits durch eine zeitversetzte Auslösung der einzelnen Teilanhärtungsvorgänge an definiert und örtlich begrenzt aufgetragenen Klebestellen (2) zwischen den Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) ausgeführt werden.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition der zu befestigenden Bauteile (6, 11, 12) ein oder mehrere auf der Befestigungsunterlage starr angebrachte Justierungsflächen (3, 4, 7, 8) für die Bauteile (6, 11) ausgebildet sind, die als Anschlagflächen für die Bauteile (6, 11) dienen, und daß zumindest zwischen einem Teil der Justierungsbeziehungsweise Anschlagflächen (3, 4, 7, 8) der Befestigungsunterlage (1) und den als Anschlag dienenden Flächenteilen der Oberfläche der zu befestigenden Bauteile (6, 11) jeweils örtlich begrenzte Klebstoffmengen zur Ausbildung von Klebestellen (2) für die Schaffung definierter Justierungspositionen durch die Teilanhärtungsvorgänge für das zu befestigende Bauteil (6, 11) eingebracht werden.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die als Anschlagflächen ausgebildeten Justierungsflächen (3, 4, 7, 8) auf der Befestigungsunterlage (1) als Anschlagleisten, als Laschen, als Anschlagpfosten, als Justierungsflächen in Winkelform oder in Kreisform, als Nuten, als wulstartige Erhebungen und dergleichen ausgeführt sind.

19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur richtungsmäßigen Ausrichtung und/oder zur örtlichen Justierung der Sollposition der zu befestigenden Bauteile (12) zwischen den zu der Befestigungsunterlage nicht parallel ausgerichteten Seitenflächen dieser Bauteile und der Befestigungsunterlage (1) ein oder mehrere jeweils räumlich gegeneinander versetzte und punkt- beziehungsweise tropfenartig ausgebildete mit örtlich begrenzter Fläche aufgetragene Klebstoffmengen als Klebestellen (2) angeordnet sind.

20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung über eine Einrichtung zur Auslösung der Teilanhärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) durch gezielte Bestrahlung mit einem auf die Größe der Klebestellen (2) begrenzten Spotstrahl aus ultravioletter Lichtimpulsen und/oder aus Laserlichtimpulsen verfügt.

21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gesamtsteuerung mit einem Bildverarbeitungssystem zur Messung und Überwachung der Istposition der Bauteile (6, 11, 12) bei der Grobpositionierung auf der Befestigungsunterlage (1) versehen ist und daß die Meßwerte der Istpositionen der Bauteile (6, 11, 12) mit den gespeicherten Sollpositionen der Bauteile verglichen werden und daß eine Korrektur der Lage der Bauteile (6, 11, 12) auf der Befestigungsunterlage (1) durch eine Steuerung der lagermäßigen Auswahl und der Dauer der Teilanhärtungsvorgänge durch die Gesamtsteuerung zur vorgesehenen Feinpositionierung in der Sollposition durchgeführt wird und daß die Gesamtsteuerung über eine Intervallschaltung verfügt, die die Teilanhärtungsvorgänge an ein oder mehreren Klebestellen (2) zwischen den Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) zeitlich in mehrere Anhärtungsintervalle bis zum Abschluß der Dauer eines Teilanhärtungsvorganges unterteilt.

22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mit Mitteln für das Aufbringen der Klebstoffmengen an den Klebestellen (2) zwischen den zu befestigenden Bauteilen (6, 11, 12) und der Befestigungsunterlage (1) ausgestattet ist und daß das Auslösen der Teilanhärtungsvorgänge an den Klebestellen (2) durch gezielt verschwenkbare Spotstrahlen mittels einer Gesamtsteuerung erfolgt.

23. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die volumenmäßige Schrumpfrate des an den Klebestellen (2) aufgetragenen Klebers für alle Bauteile (6, 11, 12) auf der Befestigungsunterlage (1) gleich gewählt wird.

24. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Patentansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß für mehrere Bauteile (6, 11, 12) auf einer Befestigungsunterlage (1) verschiedene Kleber mit unterschiedlich ausgebildeter volumenmäßiger Schrumpfrate verwendet werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

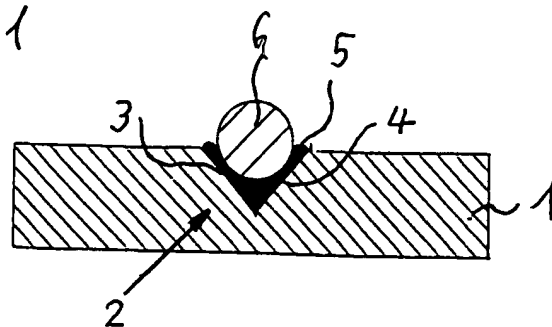


Fig. 2

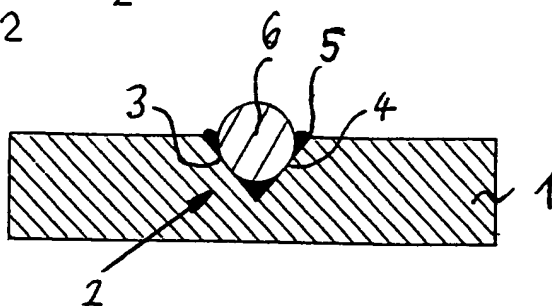


Fig. 3

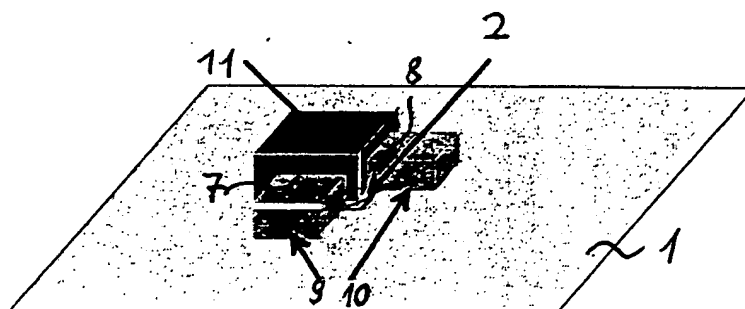
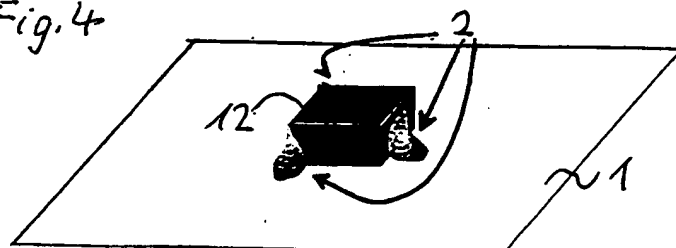


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**